

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE 98/3207

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D	20 JAN 1999
WIPO	PCT

Bescheinigung

Die Siemens AG in München/Deutschland und die BMW Rolls-Royce GmbH in Oberursel/Deutschland haben eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

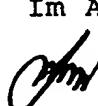
"Erzeugnis, insbesondere Bauteil einer Gasturbine,
mit keramischer Wärmedämmsschicht"

am 3. November 1997 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig die Symbole C 23 C, F 02 C und F 01 D der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 7. April 1998
Der Präsident des Deutschen Patentamts
Im Auftrag


Joost

Aktenzeichen: 197 48 537.5

Beschreibung

Erzeugnis, insbesondere Bauteil einer Gasturbine, mit keramischer Wärmedämmsschicht

5

Die Erfindung betrifft ein Erzeugnis, welches einem heißen, aggressiven Gas aussetzbar ist, mit einem metallischen Grundkörper, der eine ein Anbindungsoxid bildende Haftvermittlerschicht trägt und eine keramische Wärmedämmsschicht aufweist.

10

Die Erfindung betrifft weiterhin heißgasbeaufschlagte Bau- teile in thermischen Maschinen, insbesondere in einer Gastur-bine, die zum Schutz vor einem heißen aggressiven Gas mit ei- ner Wärmedämmsschicht versehen sind.

15

In der US-PS 4,585,481 ist eine Schutzschicht zum Schutz ei- nes metallischen Substrats aus einer Superlegierung gegen Hochtemperatur-Oxidation und -Korrosion angegeben. Für die Schutzschichten findet eine MCrAlY-Legierung Anwendung. Diese Schutzschicht weist 5 bis 40% Chrom, 8 bis 35% Aluminium, 0,1 bis 2% eines sauerstoffaktiven Elements aus der Gruppe IIIb des Periodensystems einschließlich der Lanthanide und Acti- nide sowie Mischungen davon, 0,1 bis 7% Silizium, 0,1 bis 3% Hafnium sowie einen Rest umfassend Nickel und/oder Kobalt an- gegeben (Die prozentualen Angaben beziehen sich auf Gewichts- prozent). Die entsprechenden Schutzschichten aus MCrAlY-Le- gierungen werden gemäß der US-PS 4,585,481 mittels eines Plamaspritzverfahrens aufgebracht.

20

In der US-PS 4,321,310 ist eine Gasturbinenkomponente be- schrieben, die einen Grundkörper aus einer Nickel-Basis-Su- perlegierung MAR-M-200 aufweist. Auf den Grundwerkstoff ist eine Schicht aus einer MCrAlY-Legierung, insbesondere einer NiCOCrAlY-Legierung mit 18% Chrom, 23% Kobalt, 12,5% Alumi- nium, 0,3% Yttrium und einem Rest aus Nickel aufgebracht.

30

Diese Schicht aus der MCrAlY-Legierung weist eine polierte Oberfläche auf, auf die eine Aluminiumoxidschicht aufgebracht ist. Auf diese Aluminiumoxidschicht ist eine keramische Wär-

medämmsschicht aufgebracht, welche eine stengelförmige Struktur aufweist. Durch diese kolumnare Mikrostruktur der Wärmedämmsschicht stehen die Kristallitsäulen senkrecht zur Oberfläche des Grundkörpers. Als keramischer Werkstoff wird stabilisiertes Zirkonoxid angegeben.

In der US-PS 5,236,787 ist angegeben, zwischen dem Grundkörper und einer keramischen Wärmedämmsschicht eine Zwischenschicht einzubringen, die aus einer Metall-Keramik-Mischung besteht. Dadurch soll der metallische Anteil dieser Zwischenschicht zum Grundkörper hin zunehmen und zur Wärmedämmsschicht abnehmen. Umgekehrt soll entsprechend der keramische Anteil in Nähe des Grundkörpers niedrig, in Nähe der Wärmedämmsschicht hoch sein. Als Wärmedämmsschicht wird ein durch Yttriumoxid stabilisiertes Zirkonoxid mit Anteilen von Ceroxid angegeben. Durch die Zwischenschicht soll eine Anpassung der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten zwischen metallischem Grundkörper und keramischer Wärmedämmsschicht erreicht werden.

Aus der WO 96/34128 A1 ist ein Erzeugnis, insbesondere eine Gasturbinenschaufel, bekannt, die ein metallisches Substrat aufweist. Auf das metallische Substrat ist ein Schutzschichtsystem aufgetragen, welches eine Haftsicht und eine Wärmedämmsschicht umfaßt. Die Wärmedämmsschicht besteht aus einem kolumnaren keramischen Oxid, insbesondere aus einem teilstabilisierten Zirkoniumoxid. Diese Wärmedämmsschicht ist über eine Verankerungsschicht an das metallische Substrat angebunden. Die Verankerungsschicht wiederum ist über die Haftvermittlerschicht an das metallische Substrat, insbesondere eine Nickelbasis- oder Kobaltbasis-Superlegierung angebunden. Die Haftvermittlerschicht besteht aus einer MCrAlY-Legierung, wie sie beispielsweise in den US-Patenten 5,154,885; 5,268,238; 5,273,712 und 5,401,307 angegeben ist. Die Verankerungsschicht besteht ihrerseits aus einem Spinell, welches Aluminium und ein anderes metallisches Element umfaßt. Das weitere metallische Element ist vorzugsweise Zirkonium. Die Veranke-

rungsschicht wird vorzugsweise über ein PVD-Verfahren, insbesondere ein Elektronenstrahl-PVD-Verfahren, in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre aufgebracht. Während des Beschichtungsprozesses wird das metallische Substrat auf einer Temperatur von über 700 °C gehalten. Die Schichtdicke der Veranklungsschicht beträgt vorzugsweise unter 25 µm.

Aus der EP 0 486 489 B1 ist eine korrosionsfeste Schutzbeschichtung für mittlere und hohe Temperaturen bis etwa 1050 °C für einen Gasturbinenteil aus einer Nickelbasis- oder Kobaltbasis-Legierung angegeben. Die Schutzbeschichtung weist in Gewichtsprozent 25 bis 40% Nickel, 28 bis 32% Chrom, 7 bis 9% Aluminium, 1 bis 2% Silizium und 0,3 bis 1% wenigstens eines reaktiven Elementes der Seltenen Erden, mindestens 5% Kobalt sowie wahlweise 0 bis 15% wenigstens eines der Elemente aus der Gruppe bestehend aus Rhenium, Platin, Palladium, Zirkon, Mangan, Wolfram, Titan, Molybdän, Niob, Eisen, Hafnium, Tantal auf. In einer konkreten Ausführungsform weist die Schutzbeschichtung die Elemente Nickel, Chrom, Aluminium, Silizium, Yttrium, und Rhenium in einem Bereich von 1 bis 15% sowie einen Rest aus Kobalt auf. Durch die Zugabe des Rheniums werden die Korrosionseigenschaften deutlich verbessert.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Erzeugnis mit einem metallischen Grundkörper und einer darauf angeordneten Wärmedämmeschicht anzugeben.

Erfindungsgemäß wird die auf ein Erzeugnis gerichtete Aufgabe dadurch gelöst, daß die Wärmedämmeschicht ein Spinell der Zusammensetzung AB_2X_4 aufweist, wobei X für Sauerstoff steht. Die Wärmedämmeschicht ist unmittelbar oder mittelbar durch eine Haftvermittlerschicht an den Grundkörper angebunden. Die Anbindung erfolgt vorzugsweise über eine Oxidschicht, welche z.B. durch Oxidation des Grundkörpers oder der Haftvermittlerschicht gebildet ist. Die Anbindung kann auch oder zusätzlich über eine mechanische Verklammerung, z.B. durch eine Rauigkeit des Grundkörpers, erfolgen.

Eine solche Wärmedämmsschicht dient insbesondere der Verlängerung der Lebensdauer von heißgas-beaufschlagten Erzeugnissen, wie Bauteilen einer Gasturbine, Schaufeln und Hitzeschilde,
5 und besitzt eine geringe Wärmeleitfähigkeit, einen hohen Schmelzpunkt sowie eine chemische Inertheit.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß bisher eingesetzte keramische Wärmedämmsschichten trotz Einsatzes von beispielweise teilstabilisiertem Zirkonoxid einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, der nur etwa maximal 70% des thermischen Ausdehnungskoeffizienten des eingesetzten metallischen Grundkörpers, insbesondere aus einer Superlegierung, besitzt. Durch den gegenüber dem metallischen Grundkörper geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Wärmedämmsschichten aus Zirkonoxid resultieren bei Beaufschlagung mit einem heißen Gas thermische Spannungen. Um bei wechselnder thermischer Belastung solche resultierenden Spannungen entgegenzuwirken, ist eine geeignete Mikrostruktur der Wärmedämmsschicht erforderlich. Dies wird bei Aufbringen der Wärmedämmsschicht durch atmosphärisches Plasmaspritzen durch eine Porosität gewährleistet. Bei Aufbringen der Wärmedämmsschicht mittels eines Elektronenstrahl-PVD-Verfahrens wird dies durch eine Stengelstruktur erreicht. Allerdings erfolgt bei Fortschreiten der Sinterung des Schichtmaterials im Betrieb eine Änderung der Mikrostruktur, ein Ausheilen der Porosität, ein Auftreten neuer Fehlstellen bzw. Risse, und gegebenenfalls ein Versagen der Wärmedämmsschicht in thermischer und mechanischer Hinsicht. Zusätzlich können bei einer Wärmedämmsschicht aus teilstabilisiertem Zirkonoxid mittels Stabilisatoren wie Yttriumoxid, Cerioxid oder Lanthanoxid Spannungen auftreten, die aus einer thermisch bedingten Phasenumwandlung (tetragonal in monoklin und kubisch) entstehen. Durch eine damit verbundene Volumenänderung ist eine maximale zulässige
30 Oberflächentemperatur für Wärmedämmsschichten aus Zirkonoxid gegeben.
35

Durch Verwendung eines Spinells ist eine Wärmedämmsschicht gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Mischkristallbildung und Mikrostrukturmodifikation gegeben, die einen hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, eine geringe Wärmeleitfähigkeit, einen hohen Schmelzpunkt, eine hohe chemische Stabilität, eine geringe Sinterneigung und eine hohe Phasenstabilität aufweist.

Es sei darauf hingewiesen, daß die Verbindung $MgAl_2O_4$ (Magnesiumaluminat) häufig bereits als das Spinell bezeichnet wird. Mit dem Ausdruck Spinell ist im Sinne der Erfindung die bereits oben aufgeführte Gruppe von Verbindungen der allgemeinen Form AB_2X_4 gemeint. Mit der Bezeichnung "Spinell" sind die sogenannten normalen Spinelle (AB_2X_4) sowie die "inversen" Spinelle ($B(AB)_2X_4$) gemeint. Neben den klassischen Spinellen, bei denen X für Sauerstoff steht, sind auch solche Stoffsysteme umfaßt, bei denen X für Selen, Tellur oder Schwefel steht. Beim normalen Spinell-Typus bilden die Sauerstoffatome annähernd ein kubisch-dichtes Gitter, in dessen Tetraederlücken sich 8 A-Atome und in dessen Oktaederlücken sich 16 B-Atome befinden. In den sogenannten inversen Spinells liegen dagegen 8 B-Atome in tetraedrischer, die übrigen 8 B-Atome sowie die 8 A-Atome in oktaedrischer Koordination vor.

Bevorzugt weist das Erzeugnis ein Spinell mit Sauerstoff auf. Hierbei steht A für ein metallisches Element mit der Wertigkeit 2^+ und B für ein metallisches Element der Wertigkeit 3^+ (sogen. 2-3-Spinelle). Bei dieser Klasse von Spinellen steht A vorzugsweise für Magnesium, Eisen, Zink, Mangan, Kobalt, Nickel, Titan, Kupfer, Cadmium und B für Aluminium, Eisen, Chrom, Vanadium.

Bevorzugt weist das Spinell Aluminium oder Chrom als B-Element und Magnesium, Nickel oder Kobalt als A-Element auf.

6.

Ebenfalls bevorzugt weist die Wärmedämmsschicht ein Spinell auf, bei dem B für Magnesium und A für Titan steht.

Neben den oben bereits angegebenen 2-3-Spinellen mit den Wertigkeiten A^{2+} und B^{3+} existieren weitere Spinelltypen mit anderen Wertigkeiten der Kationen, z.B. 1-3-Spinelle, 1-6-Spinelle (WNa_2O_4), 2-4-Spinelle (z.B. Fe_2TiO_4), 2-5-Spinelle (z.B. $Zn_7Sb_2O_{12}$) oder Defektspinelle (z.B. $\gamma-Al_2O_3$ (kubisch)). Neben den bereits genannten Elementen, die für das Symbol A stehen können, sind weiterhin Aluminium, Silizium, Titan und Wolfram einsetzbar. Mit B sind auch zusätzlich die Elemente Magnesium, Mangan, Gallium, Silizium, Natrium und Kalium umfaßt.

Die Wärmeleitfähigkeit eines bevorzugten Spinells liegt zwischen 1,0 W/mK und 5,0 W/mK. Der thermische Ausdehnungskoeffizient liegt vorzugsweise zwischen $6 \times 10^{-6}/K$ und $12 \times 10^{-6}/K$ und der Schmelzpunkt bei über 1600 °C. Die angegebenen Wertebereiche für Ausdehnungskoeffizient und Wärmeleitfähigkeit gelten für Körper aus einem ternären Oxid bei im fertigungstechnischen Sinne "idealer" Zellenstruktur, d.h. ohne gezielt eingebrachte Porositäten. Beispielsweise liegt bei $MgAl_2O_4$ der Schmelzpunkt bei ca. 2100 °C, die Wärmeleitfähigkeit bei 4,0 W/mK bei 1945 °C und der thermische Ausdehnungskoeffizient bei 7,6 bis $9,2 \times 10^{-6}/K$ bei Temperaturen zwischen 25 und 1200 °C. Für $CoAl_2O_4$ liegt der Schmelzpunkt bei ca. 1955 °C, und der thermische Ausdehnungskoeffizient bei zwischen 7 bis $11 \times 10^{-6}/K$ bei Temperaturen zwischen 500 und 1500 °C. Für $MgCr_2O_4$ gilt ein Schmelzpunkt in der Größeordnung von 30 2400 °C, ein thermischer Ausdehnungskoeffizient zwischen 6,5 und $7,6 \times 10^{-6}/K$ bei 25 bis 1200 °C und eine Wärmeleitfähigkeit [W/mK] von 1,4 im Bereich von 25 bis 300 °C. Für $CoCr_2O_4$ liegt der Schmelzpunkt oberhalb von 1600 °C und der thermische Ausdehnungskoeffizient zwischen 7,5 bis $8,5 \times 10^{-6}/K$ bei 35 500 bis 1500 °C. Die Verbindung $TiMg_2O_4$ hat einen Schmelzpunkt von 1835 °C und einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von 6 bis $12 \times 10^{-6}/K$ im Bereich von 500 bis 1500 °C.

Vorzugsweise liegt das Spinell als eine Mischung im Dreistoffsystem der Art AB_2X_4 - AX - B_2X_3 vor. Dem Spinell oder einem als Mischung vorliegenden Spinell ist vorzugsweise ein Oxid oder mehrere Oxide der Gruppe umfassend NiO , CoO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 zugemischt. Vorzugsweise erfolgt eine solche Zumischung, falls die genannten Oxide nicht bereits Bestandteil des Spinells sind. Vorzugsweise werden die genannten Oxide einem Aluminat- bzw. Chromatspinell zugemischt.

10

Weiterhin bevorzugt wird dem Spinell oder einem aus einer Mischung bestehenden Spinell ein Oxid oder mehrere Oxide der Gruppe umfassend Magnesiumoxid (MgO), Zirkonoxid (ZrO_2) und Hafniumoxid (HfO_2) zugemischt. Die Zumischung erfolgt vorzugsweise bei solchen Spinellen, bei denen die Oxide MgO , ZrO_2 und HfO_2 nicht bereits Bestandteil des Dreistoffsystems oder des Spinells sind. Vorzugsweise erfolgt die Zumischung bei einem Chromatspinell oder einem Aluminatspinell.

15

20

Vorzugsweise ist ein Spinell, welchem Zirkonoxid oder Hafniumoxid zugemischt ist, durch Yttriumoxid (Y_2O_3) oder ein anderes Oxid der Seltenen Erden teilweise oder voll stabilisiert. Unter einem Metall der Seltenen Erden wird hierbei abkürzend eines der Elemente Scandium, Yttrium, Lanthan sowie die Lanthanide, wie Cer und Ytterbium verstanden. Weiterhin können auch Oxide der Actiniden zugemischt sein.

30

35

Die Haftvermittlerschicht weist vorzugsweise eine Legierung auf, welche zumindest ein Element des Spinells umfaßt. Durch eine zumindest teilweise Oxidation der Haftvermittlerschicht bildet sich mithin ein Oxid dieses auch in dem Spinell enthaltenen Elementes, beispielsweise Aluminium, Chrom, Kobalt oder andere, wodurch eine gute Haftung des Spinells an der Haftvermittlerschicht erfolgt. Die Haftvermittlerschicht ist vorzugsweise eine Legierung der Art MCrAlY , wobei M für ein Element oder mehrere Elemente aus der Gruppe Eisen, Kobalt oder Nickel, Cr für Chrom, Al für Aluminium, Y für Yttrium

steht oder ein reaktives Element der Seltenen Erden. Weiterhin kann die Haftvermittlerschicht, beispielsweise Rhenium, von 1 bis 15 Gew.-% aufweisen. Der Chromgehalt liegt vorzugsweise in einem Bereich zwischen 3 bis 50%, insbesondere 12 bis 25%, der Aluminiumgehalt vorzugsweise zwischen 3 und 20%, insbesondere bei 5 bis 15%. Der Gehalt an Yttrium liegt vorzugsweise zwischen 0,01 und 0,3%.

Das Erzeugnis ist vorzugsweise ein Bauteil einer thermischen Maschine, insbesondere einer Gasturbine. Insbesondere handelt es sich hierbei um eine Turbinenlaufschaufel, eine Turbinenleitschaufel oder ein Hitzeschild einer Brennkammer. Es ist ebenfalls möglich, ein Bauteil eines Ofens mit einer Wärmedämmsschicht aus einem Spinell zu versehen.

Der Vorteil der Spinelle liegt in einer hohen Toleranz gegenüber Verunreinigungen, z.B. durch Bildung von einfachen oder komplexen Mischkristallen bei Anwesenheit von Eisen, Aluminium, Nickel, Chrom oder anderen Metallen; einer guten Charakterisierung des Sinterverhaltens der hochschmelzenden Spinelle; eine im wesentlichen kubische Struktur mit einer daher quasi isotropen Wärmeausdehnung. Weiterhin weisen Spinelle eine gute chemische Resistenz, eine hohe Thermoschock-Beständigkeit und eine hohe Festigkeit auf. Selbst bei einem Übergang eines Spinells von seiner normalen Form in die inverse Form oder zumindest zum Teil in die inverse Form treten keine sprunghaften Änderungen der physikalisch-chemischen Eigenschaften auf. Der Übergang zwischen normalem und inversem Spjnell kann somit als ein Ordnungs-Unordnungs-induzierter Phasenübergang zweiter Ordnung betrachtet werden, welcher für die Eigenschaften der Wärmedämmsschicht keinen großen Einfluß ausübt. Wärmedämmsschichten mit einem Spinell lassen sich beispielsweise einfach durch Plamaspritzen herstellen.

Die Herstellung (Synthese) der Spinelle, z.B. NiCr_2O_4 , NiAl_2O_4 und MgCr_2O_4 kann durch das "Misch-Oxide-Verfahren" phasenrein erfolgen. Hierbei werden als Ausgangspulver die zugehörigen

binären Oxide, wie beispielsweise Cr_2O_3 , NiO , Al_2O_3 , MgO eingesetzt. Diese Pulver können unter Isopropanol homogenisiert, kaltisostatisch gepreßt, insbesondere bei einem Druck von 625 mPa, und anschließend bei 1500 °C an Luft 50 Stunden lang getempert werden mit einer Heizrate von 5 K/min.

Anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird das Erzeugnis mit der Wärmedämmsschicht näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine perspektivische Darstellung einer Gasturbinelaufschaufel und

FIG 2, 3 jeweils einen Ausschnitt eines Querschnitts durch die Turbinenschaufel analog Figur 1.

In Figur 1 ist ein Erzeugnis 1, hier eine Gasturbinenschaufel 1, mit einem metallischen Grundkörper 2 aus einer Nickelbasis- oder Kobaltbasis-Superlegierung dargestellt. Die Gasturbinenschaufel 1 weist einen Schaufelfuß 10 zur Befestigung in einer nicht dargestellten Turbinenwelle, ein sich an den Schaufelfuß anschließendes Schaufelblatt 9 sowie ein das Schaufelblatt 9 begrenzendes Dichtband 8 auf. Zumindest an dem Schaufelblatt 9 ist die Gasturbinenschaufel 1 mit einer Haftvermittlerschicht 3 (siehe Figuren 2, 3) und einer darauf aufgebrachten Wärmedämmsschicht 4 überzogen. Zwischen der Wärmedämmsschicht 4 und der Haftvermittlerschicht 3 ist eine Oxidschicht 5 ausgebildet, die ein Oxid eines metallischen Elementes der Legierung der Haftvermittlerschicht 3 aufweist. Die Haftvermittlerschicht weist eine Legierung der Art MCrAlY auf, wobei M für ein Element oder mehrere Elemente der Gruppe umfassend Eisen, Kobalt, Nickel, Cr für Chrom, Al für Aluminium, Y für Yttrium oder ein Element der Seltenen Erden steht. Die auf die Haftvermittlerschicht 3 aufgebrachte Wärmedämmsschicht 4 weist ein Spinell, insbesondere ein 2-3-Spinell auf. Das 2-3-Spinell weist ein metallisches Element mit der Wertigkeit 2+, insbesondere Chrom oder Aluminium, sowie

ein weiteres metallisches Element mit der Wertigkeit 3+, insbesondere Magnesium, Nickel oder Kobalt, auf. Das 2-3-Spinell kann weiterhin als ein Dreistoffsyste aus dem eigentlichen Spinell und einem jeweiligen Oxid des 2-wertigen metallischen Elementes und des 3-wertigen metallischen Elementes vorliegen. Zusätzlich kann dem Spinell oder dem eine Mischung enthaltenden Spinell ein weiteres Oxid, insbesondere MgO, ZrO₂, HfO₂, NiO, CoO, Al₂O₃, Cr₂O₃ zugemischt sein. Über die Oxidschicht 5 und die Haftvermittlerschicht 3 ist eine gute Anbindung der Wärmedämmsschicht 4 an den metallischen Grundkörper 2 gegeben.

In Figur 3 ist ein Schichtsystem analog zu Figur 2 dargestellt, bei dem auf den Grundkörper 2 eine Haftvermittlerschicht 3 und darauf die Wärmedämmsschicht 4 aufgebracht ist. Die Haftvermittlerschicht 3 weist hierbei eine so rauhe Oberfläche auf, daß die Wärmedämmsschicht 4 im wesentlichen ohne eine chemische Anbindung durch eine mechanische Verklammerung an die Haftvermittlerschicht 3 und damit an den Grundkörper 2 angebunden ist. Eine solche Rauigkeit einer Oberfläche 11 der Haftvermittlerschicht 3 kann bereits durch das Aufbringen der Haftvermittlerschicht 3, beispielsweise durch Vakumspritzen, erfolgen. Eine unmittelbare Anbringung der Wärmedämmsschicht 4 an den metallischen Grundkörper 2 kann hierbei auch durch eine entsprechende Rauigkeit des metallischen Grundkörpers 2 erfolgen. Es ist ebenfalls möglich, zwischen der Haftvermittlerschicht 3 und der Wärmedämmsschicht 4 eine zusätzliche Anbindungsschicht beispielsweise mit einem Aluminiumnitrid oder einem Chromnitrid aufzubringen.

Für eine gute und dauerhafte Anbindung auch bei einer Beaufschlagung des Erzeugnisses 1 mit einem heißen Gas 7 bei einem Betrieb der nicht dargestellten Gasturbinenanlage wird durch einen hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Spinnells, welcher nahe bei dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Superlegierung liegt, erreicht. Weiterhin trägt zu einer dauerhaften Anbindung bei, daß das Spinell eine geringe

Wärmeleitfähigkeit, einen hohen Schmelzpunkt hat und keinen kritischen Phasenübergang bei den Temperaturen der Gasturbinenanlage von bis zu über 1250 °C an der Oberfläche 6 der Wärmedämmsschicht 4 zeigt. Hierdurch wird selbst bei wechselnden thermischen Belastungen der Gasturbinenschaufeln 1 eine hohe Lebensdauer erreicht.

Patentansprüche

1. Erzeugnis (1), welches einem heißen aggressiven Gas aussetzbar ist, mit einem metallischen Grundkörper (2), welcher 5 eine darauf angebundene keramische Wärmedämmsschicht (4), die einen Spinell der Zusammensetzung AB_2X_4 aufweist, wobei A für ein metallisches Element der Wertigkeit 2^+ , B für ein metallisches Element der Wertigkeit 3^+ und X für Sauerstoff steht.
- 10 2. Erzeugnis (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß B für Aluminium (Aluminatspinell) oder Chrom (Chromspinell) und A für Magnesium, Nickel, Kobalt oder Titan steht.
- 15 3. Erzeugnis (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß B für Magnesium und A für Titan steht.
- 20 4. Erzeugnis (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Spinell als Mischung im Dreistoffsyste m der Art AB_2X_4 -AX-B₂X₃ vorliegt.
- 25 5. Erzeugnis (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Spinell ein Oxid oder mehrere Oxide der Gruppe umfassend NiO, CaO, Al₂O₃, Cr₂O₃ zugemischt ist.
- 30 6. Erzeugnis (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Spinell ein Oxid oder mehrere Oxide der Gruppe umfassend Magnesiumoxid (MgO), Zirkonoxid (ZrO₂) oder Hafniumoxid (HfO₂) zugemischt ist.
- 35 7. Erzeugnis (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Spi-

nell mit Yttriumoxid (Y_2O_3) oder einem anderen Oxid der Seltenen Erden stabilisiert ist.

8. Erzeugnis (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Grundkörper (2) und Wärmedämmeschicht (4) eine ein Anbindungsoxid bildende Haftvermittlerschicht (3) angeordnet ist.

9. Erzeugnis (1) nach Anspruch 8,
10 dadurch gekennzeichnet, daß die Haftvermittlerschicht (3) eine Legierung umfassend zumindest eines der Elemente des Spinells ist.

10. Erzeugnis (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 gekennzeichnet durch eine Ausgestaltung als Bauteil einer thermischen Maschine, insbesondere einer Gasturbine.

11. Erzeugnis (1) nach Anspruch 10,
20 gekennzeichnet durch eine Ausgestaltung als Turbinenlaufschaufel, Turbinenleitschaufel oder Hitzeschild einer Brennkammer.

12. Erzeugnis (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der thermische Ausdehnungskoeffizient α des Spinells zwischen $6 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ und $17 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ beträgt.

13. Erzeugnis (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeleitfähigkeit des Spinells zwischen 1,0 W/mK und 4,0 W/mK beträgt.

14. Erzeugnis (1), welches einem heißen aggressiven Gas aussetzbar ist, mit einem metallischen Grundkörper (2), welcher eine darauf angebundene keramische Wärmedämmeschicht (4) aufweist, die einen Spinell aufweist, wobei X für ein Element

oder mehrere Elemente der Gruppe umfassend Sauerstoff, Schwefel, Selen und Tellur, A für ein Element oder mehrere Elemente der Gruppe umfassend Aluminium, Magnesium, Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Zink, Cadmium, Silizium, Titan und Wolfram und B für ein Element oder mehrere Elemente der Gruppe umfassend Aluminium, Magnesium, Mangan, Eisen, Vanadium, Chrom, Gallium, Silizium, Titan, Natrium und Kalium steht.

Zusammenfassung

Erzeugnis, insbesondere Bauteil einer Gasturbine, mit keramischer Wärmedämmsschicht

5

Die Erfindung betrifft ein Erzeugnis (1) welches einem heißen aggressiven Gas (7) aussetzbar ist, insbesondere eine Gasturbinenschaufel. Das Erzeugnis (1) weist einen metallischen Grundkörper (2) auf, der eine Wärmedämmsschicht (4) besitzt, die einen Spinell der Zusammensetzung AB_2O_4 aufweist.

10

FIG 2

GR 97 P 8646

1/2

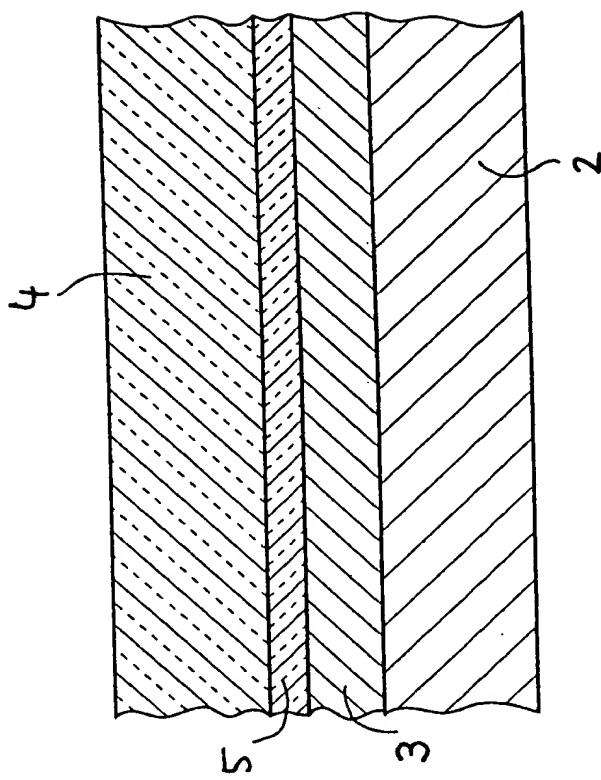


FIG 2

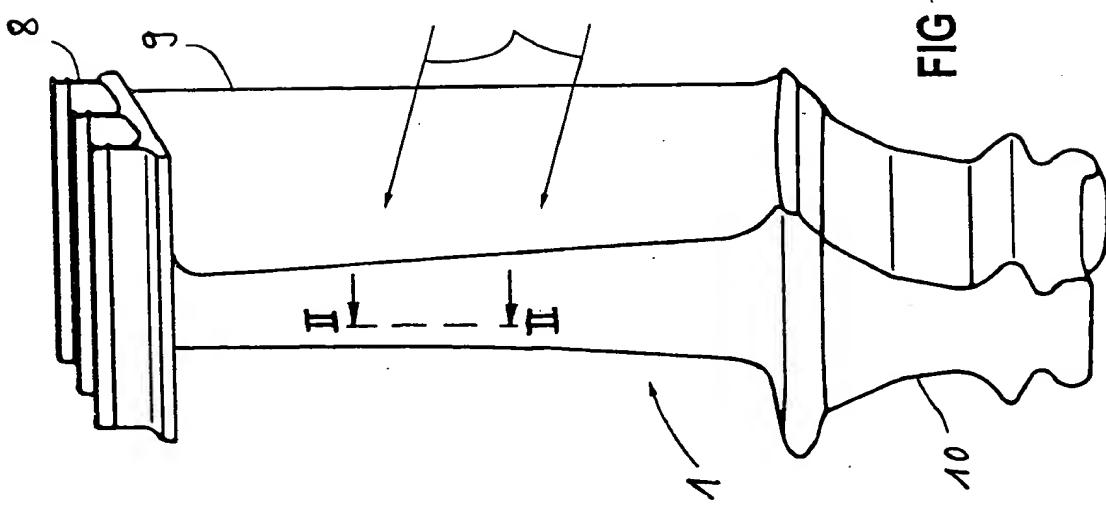


FIG 1

GR 97 P 8646

212

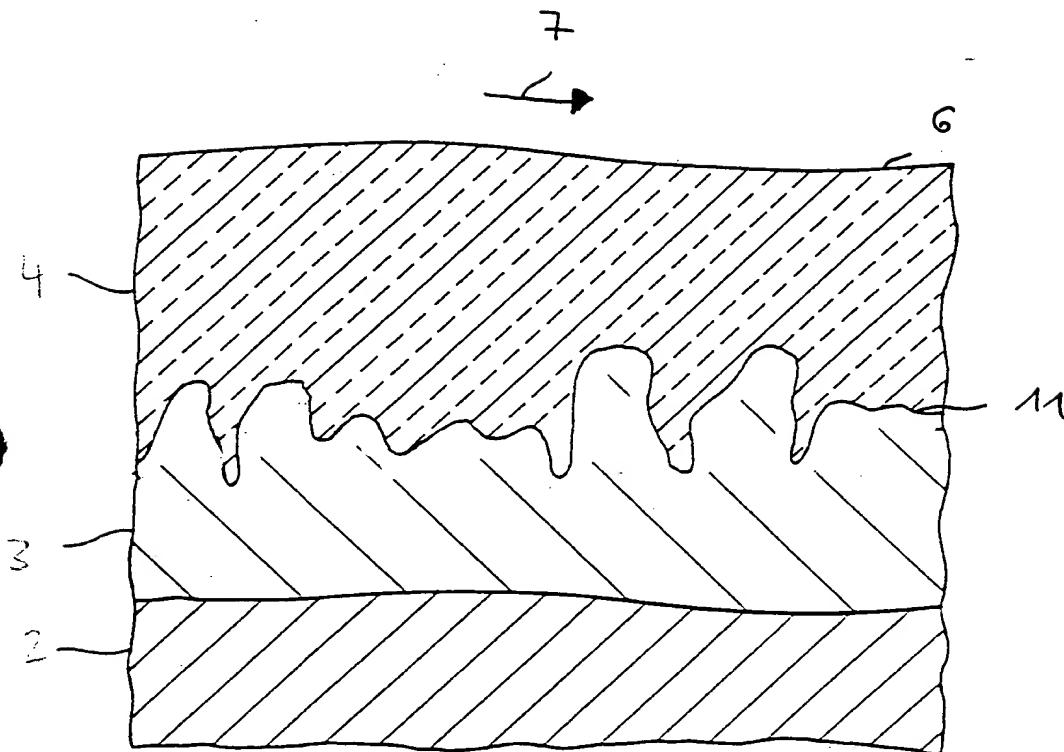


FIG 3